



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 560 033 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93101261.1**

51 Int. Cl.⁵: **B29B 7/74, B29C 47/76,
B29B 7/84**

22 Anmeldetag: **28.01.93**

30 Priorität: **13.03.92 DE 4208099**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.09.93 Patentblatt 93/37

64 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

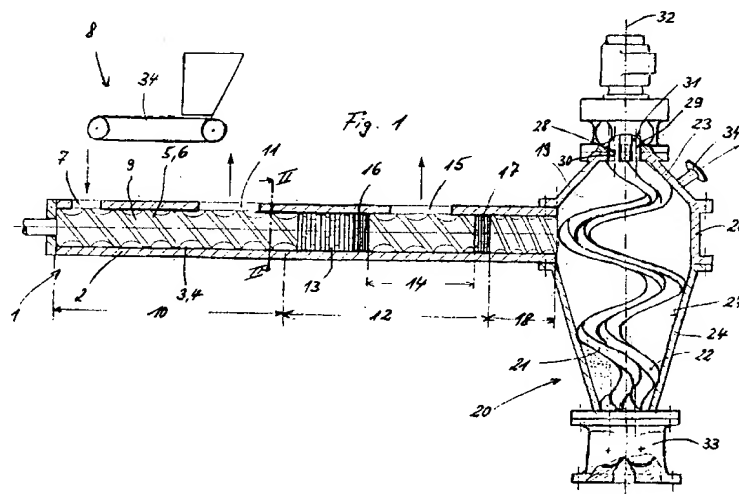
71 Anmelder: **Werner & Pfleiderer GmbH
Theodorstrasse 10
D-70469 Stuttgart(DE)**

72 Erfinder: **Wohlfahrt-Laymann, Hendrik,
Dipl.-Ing.
Marco-Polo-Weg 30
W-7000 Stuttgart 40(DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Polymeren aus thermoplastischem Polykondensat.**

57 In einem Verfahren sowie einer Vorrichtung zur Herstellung eines Polymeren aus thermoplastischem Polykondensat mit einem zweiwelligen Gleichdrallschneckenknetter (1) mit dicht kämmenden Schnecken (5,6) wird zum Zweck einer Entfernung von Wasser und flüchtiger Anteile auf einheitlicher kurzer Verfahrensstrecke das Polykondensat innerhalb einer ersten Stufe in einem ersten Verfahrensabschnitt (10) bis unterhalb seines Schmelzpunktes erwärmt, und entlüftet, in einen zweiten Verfahrensabschnitt (12) gefördert, bis oberhalb seines Schmelzpunktes erwärmt, die erhaltene Schmelze zur weiteren Be-

freiung flüchtiger Bestandteile unter Vakuum eingeschlossen und in eine dem Gleichdrallschneckenknetter (1) unmittelbar nachgeordnete zweite Stufe gefördert, die aus einem mit ineinandergreifenden und sich selbst sowie die Behälterwandung (27) reinigenden Mischwerkzeugen (21,22) ausgebildeten Mischbehälter (20) besteht, wobei hierin unter Vakuum eine Ausdampfung restlicher Wasseranteile und flüchtiger Bestandteile bei einer Verweildauer von 5-60 min und danach der Austrag durch eine Schmelzpumpe (33) erfolgt.



Der Wiederaufarbeitung und Weiterverwertung von Kunststoffen kommt seit geraumer Zeit in zunehmendem Masse eine hohe Bedeutung zu, so dass auch bisher schon Wiederaufbereitungsverfahren von Polymeren aus thermoplastischem Polykondensat bekannt wurden.

Hierbei stellte sich schon frühzeitig das Problem einer ausreichenden Entfernung niedermolekularer Stoffe insbesondere Wasser, um einem Materialabbau entgegenzuwirken, um somit bei ausreichender Endviskosität des Polymeren ein einwandfreies Produkt zu erzielen.

Man war daher bestrebt, die auf der Oberfläche wie auch im Innern der Thermoplaste eingelagerte Feuchtigkeit Nachkondensation durch Vortrocknen zu entziehen, wofür jedoch ein nicht unerheblicher Zeitaufwand erforderlich ist.

Bei einem bekannten Wiederaufbereitungsverfahren (DE-A-29 42 248) werden fein zerschnittene Fasern aus Polyäthylenterephthalat nach vorhergehender Verdichtung in einer Schneckenapparatur in eine Doppelschneckenpresse eingebracht, um während eines Aufschmelzvorgangs Wasser und flüchtige Verunreinigungen aus der Schmelze zu entfernen. Nach Filtration des Produkts erfolgt dessen Nachkondensation in einem Autoklaven unter vermindertem Druck, um durch die hierbei erzielte Viskositätserhöhung das erhaltene Polymer ohne Zusatz neuer Polymere verarbeiten zu können.

Der bei diesem relativ aufwendigen Verfahren bei mehrfach erfolgreicher Produktübergabe erforderliche Druckaufbau führt jedoch zu einem unerwünschten Molekülabbau.

Auch die Energieverluste über eine relativ lange Verfahrensstrecke sind beträchtlich.

Weiterhin ist aus der DE-A-21 28 468 ein Chargenmischer mit in einem trichterförmigen Behälter umlaufenden, sich gegenseitig und die Behälterwandung abstreifenden Schneckenwendeln zur Endverarbeitung bei einer Kondensationspolymerisation bekannt. Die chargenweise Aufbereitung führt hierbei nicht zu einer befriedigenden Qualitätsstufe des Polymeren, da ein ausreichender Aufschluss der Masse im kleinvolumigen Bereich nicht gegeben ist.

Mit der Erfindung soll ohne getrennte Vortrocknung bei relativ geringer Arbeitslänge des zur Anwendung gelangenden Schneckenextruders die Herstellung eines hochwertigen bzw. neuwertigen Endproduktes ermöglicht werden.

Dies ist in einer Durchführung des Verfahrens nach Massgabe des Anspruches 1 erreicht.

Das Verfahren kann trotz seiner kombiniert mehrstufigen Ausbildung in einer ohne weitere Hilfsmittel kompakten Vorrichtung durchgeführt werden. Dadurch, dass die Materialübergabe von der ersten Stufe zur nächstfolgenden Stufe unmittelbar und drucklos erfolgt, ist ein zwischenzeitlicher Moleku-

larabbau ausgeschlossen.

Wesentlich an der Erfindung ist also die unmittelbare Verbindung des in einer ersten, mit gleichsinnig drehenden und dicht kämmenden Schnecken ausgebildeten Stufe durchgeführten Entgasungsprozesses mit dem in einer zweiten aus einem Misch- und Knetbehälter gebildeten Verfahrensstufe durchgeführten Entgasungsprozess, wobei die Verweilzeit der Masse und damit die Produktqualität in dieser zweiten Stufe über die Mischwerkzeuge beeinflusst werden kann. Dadurch lässt sich der durch in der Vorstufe nicht ausreichend entfeuchtete Thermoplastmassen durch Molekülketten-Abbau eingetretene Viskositätsverlust dieser Massen wirksam ausgleichen.

In der Verbindung - Gleichdrallschneckenknetter mit einem Misch- und Knetbehälter zum vorgesehenen Zweck kann die Arbeitslänge des Gleichdrallschneckenknetters ohne Minderung der Produktqualität auf ein wirtschaftlich vertretbares Mass begrenzt werden. Auch die Gefahr eines Überflutens vorgesehener Vakuum-Entgasungseinrichtungen im Schneckenknetter bei hohem Produktdurchsatz ist nicht weiter gegeben.

In einer weiteren Ausbildung des Verfahrens nach Anspruch 2 wird ein stetig wechselnder grosser Oberflächenbereich der Thermoplastmasse geschaffen, so dass eine spezifische Verweilzeit leicht eingehalten und die Kondensationsleistung gesteigert werden kann. Dies wird in einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens nach den Ansprüchen 3 und 4 weiter begünstigt.

Weiterhin ermöglicht eine Vorrichtung nach den Merkmalen des Anspruches 5 über eine relativ kurze Vorrichtungslänge eine umfassende Wasserausdampfung. Wichtig hierbei ist, dass die Wasserausdampfung in der Endstufe durch Schaffung einer grossen sich ständig erneuernden Oberfläche in dieser Stufe zu einem Höchstmass erfolgt, wobei das Aufbereitungsgut wie auch in der Vorstufe, danach und auch bei dessen Übergabe ständig bewegt und durch Abstreifen der Gehäusewandungen kein Absetzen des Gutes erfolgen kann. In diesem Zusammenhang ist die über die Förderwirkung der Mischwerkzeuge einstellbare Verweilzeit für das Aufbereitungsgut von wesentlichem Vorteil.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung an Hand einer Zeichnung.

Hierin zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht teilweise in einem vertikalen Querschnitt durch eine Vorrichtung nach der Erfindung

Fig. 2 einen horizontalen Querschnitt durch einen Teil der Vorrichtung nach Fig. 1 längs der Schnittlinie II-II

Ein Gleichdrallschneckenknetter 1 ist aus einem be-

heizbaren Gehäuse 2 gebildet, in dessen einander durchdringenden Bohrungen 3,4 ineinandergreifende Schnecken 5,6 gleichsinnig umlaufen. Die Schnecken werden hierbei durch eine nicht näher dargestellte Antriebseinrichtung mit gleicher Drehrichtung angetrieben.

Im Gehäuse 2 befindet sich eine Zugabeöffnung 7 für thermoplastisches Polykondensat das dem Gleichdrallschneckenknetter 1 dosiert zugegeben wird. Die hierfür vorgesehene Dosiereinrichtung 8, die in üblicher Weise aus einer Dosierbandwaage 34 gebildet sein kann, ist so gesteuert, dass die jeweiligen Schneckengänge 9 der Schnecken 5,6 nur teilweise gefüllt sind.

Der Zugabeöffnung 7 ist ein Einzugs- und Förderabschnitt 10 nachgeordnet, in welchem dem Polykondensat entzogene Feuchtigkeit über eine Ausdampföffnung 11 abgeführt wird.

Weiter stromabwärts hiervon befindet sich ein Aufschmelz- und Entgasungsabschnitt 12, in welchem in einer Aufeinanderfolge an sich bekannte förderwirksame Knetscheiben 13 und ein weiterer Förderabschnitt 14 vorgesehen sind. Die Verfahrenslänge des Förderabschnitts 14 ist durch sogenannte Schmelzedichtungen begrenzt, die aus aufeinanderfolgenden und im wesentlichen nicht förderwirksamen Knetscheiben 16,17 gebildet sind. Das Gehäuse 2 weist in diesem Förderabschnitt 14 eine Abzugsöffnung 15 für unter Vakuum entzogenes Wasser und weitere niedermolekulare Stoffe auf.

Ein am Ende des Gehäuses 2 vorgesehener abschliessender Förderabschnitt 18 mündet in den Innenraum 19 eines Mischbehälters 20, der mit Mischwerkzeugen 21, 22 ausgebildet ist. Der Mischbehälter 20 ist direkt an das Gehäuse 2 angeflanscht, so dass die Innenräume 3,4 bzw. 19 des Gehäuses 2 und des Mischbehälters 20 unmittelbar miteinander verbunden sind. Im übrigen ist der Innenraum 19 des Mischbehälters 20 luftdicht abgeschlossen, so dass hierin eine Entlüftung unter Vakuum erfolgen kann.

Der in herkömmlicher Weise beheizte Mischbehälter 20 ist als Doppelkegelbehälter ausgebildet, wobei dessen Kegelstümpfe 23, 24 im Bereich ihres grössten lichten Querschnitts durch ein Zwischenstück 26 luftdicht verbunden sind.

Die Antriebseinrichtung 25 für die im Mischbehälter 20 gleichsinnig drehenden, sowie sich und die Behälterwand 27 abstreifenden Mischwerkzeuge 21, 22 ist am oberen Kegelstumpf 23 angeflanscht. Hierbei sind die Wellenachsen 28, 29 der Antriebswellen 30, 31 ortsfest und kongruent zur Längsachse 32 des Mischbehälters 20 angeordnet.

Am unteren Ende des Mischbehälters 20 befindet sich eine Schmelzepumpe 33 die zum Austrag des Endproduktes an den Kegelstumpf 24 angeflanscht ist.

Die wendelförmigen Mischwerkzeuge 21, 22 fördern den in den Mischbehälter 20 eingebrachten Thermoplast in den oberen Bereich des Mischbehälters 20, wobei in diesem längs der Behälterachse 32 eine homogene Durchmischung und ständige Oberflächenenerneuerung des Fördergutes erfolgt. Die doppelkegelige Form des Mischbehälters 20 ermöglicht im Bereich des Zwischenstückes 26, d.h. in dessen grössten lichten Querschnitts die Ausbildung einer grossen Entgasungsoberfläche, die durch die Förderwirkung der Mischwerkzeuge 21, 22 ständig erneuert wird, so dass die noch vorhandenen Restbestandteile an niedermolekularen Stoffen wie auch von Wasserdampf unter Vakuum ausgetrieben werden. Hierzu ist im oberen Kegelstumpf 23 eine Entgasungsöffnung 34 vorgesehen, die mit einer nicht näher dargestellten Evakuierereinrichtung in Verbindung steht.

Durch die nach oben gerichtete Förderwirkung der Mischwerkzeuge werden die niederviskosen Teile an thermoplastischem Kondensat nach oben getragen, während die hochviskosen schweren Teile sich im Bereich oberhalb der Schmelzepumpe 33 ansammeln und von dieser kontinuierlich eingezogen werden.

Je nach zuverarbeitendem Thermoplast kann es vorteilhaft sein, wenn in entsprechender Ausbildung der Wendeln die Mischwerkzeuge 21, 22 im unteren Drittel des Mischbehälters 20 ohne Drehrichtungsumkehr in entgegengesetzter Förderrichtung wirksam, d.h. in Richtung der Schwerkraft fördernd ausgebildet sind.

Die Schmelzepumpe 33 am Austrag des Mischbehälters 20 ermöglicht einen schonenden Produkttransport zur nachfolgenden Konfektionierung.

Das Verfahren und die Vorrichtung eignen sich vorteilhaft für das Recycling von Kunststoff-Abfällen da hierbei der Kunststoff auf die Ausgangsviskosität der Neuware angehoben werden kann. Dabei kann Rohware gemischt mit Kunststoff-Abfällen aufbereitet werden.

Beispiel:

Für die Herstellung von Polyethylenterephthalat werden Stapelfasern als Rohware mit einem Wassergehalt von 4000 ppm in die Zugabeöffnung eines Gleichdrallschneckenkneters mit 40 mm Schneckendurchmesser D so eindosiert, dass die Gänge der Gleichdrallschnecken zu etwa 50%-60% gefüllt sind.

Bei einer Schneckendrehzahl von 150 min⁻¹ und einer Gehäuselänge von 24D wird das Polykondensat bei einer Temperierung auf 280°C in einem ersten Verfahrensabschnitt vorab entlüftet und in einem zweiten unmittelbar folgenden Verfahrensabschnitt oberhalb seines Schmelzpunktes weiter erwärmt und unter einem Vakuum von 1 mbar von

weiteren Wasseranteilen befreit. Bei kontinuierlichem Durchlauf und einer drucklosen Übergabe des Polykondensats an den Mischbehälter bei einer Verweilzeit von etwa 40 min im Mischbehälter konnte die Eingangsviskosität von 0,6 dm³g auf eine Intrinsicviskosität in der Endstufe auf 0,95 dm³g heraufgesetzt werden. Bei der genannten Verweilzeit wurde das Polykondensat im Mischbehälter unter einen Vakuum von 1mbar bei einer insgesamt nach oben gerichteten Förderwirkung der Mischwerkzeuge stetig homogen gemischt. Der über die Zahnradpumpe erzielte Austrag entsprach einem Gesamtdurchsatz von ca. 30kg/h.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Polymeren aus thermoplastischem Polykondensat mit einem zweiwelligen Gleichdrallschneckenknetter mit dicht kämmenden Schnecken, indem das Polykondensat bei teilweise gefüllten Schneckenmägen zudosiert innerhalb einer ersten Stufe in einem ersten Verfahrensabschnitt zur Verdampfung eines ersten Wasseranteils bis unterhalb seines Schmelzpunktes erwärmt, entlüftet und in einen zweiten Verfahrensabschnitt gefördert wird, wobei in diesem das Polykondensat bis oberhalb seines Schmelzpunktes erwärmt und die erhaltene Schmelze unter Vakuum eingeschlossen und von weiteren Wasseranteilen sowie flüchtigen Bestandteilen befreit wird, und dass die Schmelze in eine dem Gleichdrallschneckenknetter unmittelbar nachgeordnete zweite Stufe, die aus einem mit ineinandergreifenden und sich selbst reinigenden Mischwerkzeugen ausgebildeten Mischbehälter gebildet ist, unter Beibehaltung des Vakuums gefördert und unter Ausdampfung von restlichen Wasseranteilen und flüchtigen Bestandteilen nachkondensiert und nach einer Verweildauer von 5-60 min durch eine Schmelzpumpe aus dem Mischbehälter ausgetragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelze nach Übergabe in die zweite Stufe in einem oberen Teilbereich des Mischbehälters zunächst entgegen der Schwerkraft gefördert, im unteren Teilbereich die Schwerkraft unterstützend der Schmelzpumpe zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelze im zweiten Verfahrensabschnitt unter Vakuum <5mbar kondensiert wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelze in der zweiten Stufe bei einem Vakuum <5mbar nachkondensiert wird.

5. Vorrichtung zur Herstellung eines Polymeren aus thermoplastischem Polykondensat bestehend aus einem zweiwelligen Gleichdrallschneckenknetter (1) mit in den längsaxial einander durchdringend angeordneten Bohrungen eines Gehäuses (2) dicht kämmenden Schnecken (5,6) die einen ersten Förderabschnitt (10) und nachfolgend einen Aufschmelz- und Entgasungsabschnitt (12) bilden, mit einer Zugabeöffnung (7) und nachfolgender Ausdampföffnung (11) im Förderabschnitt, wobei die Länge des Aufschmelz- und Entgasungsabschnittes (12) durch jeweils eine aus nicht förderwirksamen Knetscheiben (16,17) gebildete Schmelzedichtung begrenzt ist, und in Förderrichtung vor der ersten Schmelzedichtung förderwirksame Knetscheiben (13) vorgesehen sind, wobei das Gehäuse (2) im Entgasungsabschnitt eine Abzugsöffnung (15) für den unter Vakuum erfolgenden Abzug flüchtiger Bestandteile aufweist, und dass an das Gehäuse (2) ein mit ineinandergreifenden sich selbst sowie die Behälterwandung (27) reinigenden Mischwerkzeugen (21,22) ausgebildeter Mischbehälter (20) angeflanscht ist, dessen Innenraum unmittelbar mit dem Innenraum des Schneckengehäuses (2) in Verbindung steht, und dass die vertikal zum Schneckengehäuse (2) drehbar angeordneten Mischwerkzeuge (21,22) entgegen der Schwerkraft förderwirksam ausgebildet sind und die Schmelze über eine mit dem Mischbehälter (20) verbundene Schmelzpumpe (33) zur weiteren Konfektionierung gefördert wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischwerkzeuge (21,22) im unteren Behälterbereich in Richtung der Schwerkraft förderwirksam ausgebildet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzedichtung, aus zu einem Knetblock vereinigten Knetscheiben (16,17) gebildet ist, dessen Länge das 0,5-1 fache des Durchmessers der Schnecken (5,6) entspricht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus mehreren Knetscheiben (13) gebildeten förderwirksamen Knetblöcke in ihrer Länge dem 2 bis 5fachen des Durchmessers der Schnecken (5,6) entsprechen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischwerkzeuge (21,22) mit einer drehzahlveränderlichen Antriebseinrichtung (25) verbunden sind.

5

10

15

20

25

30

35

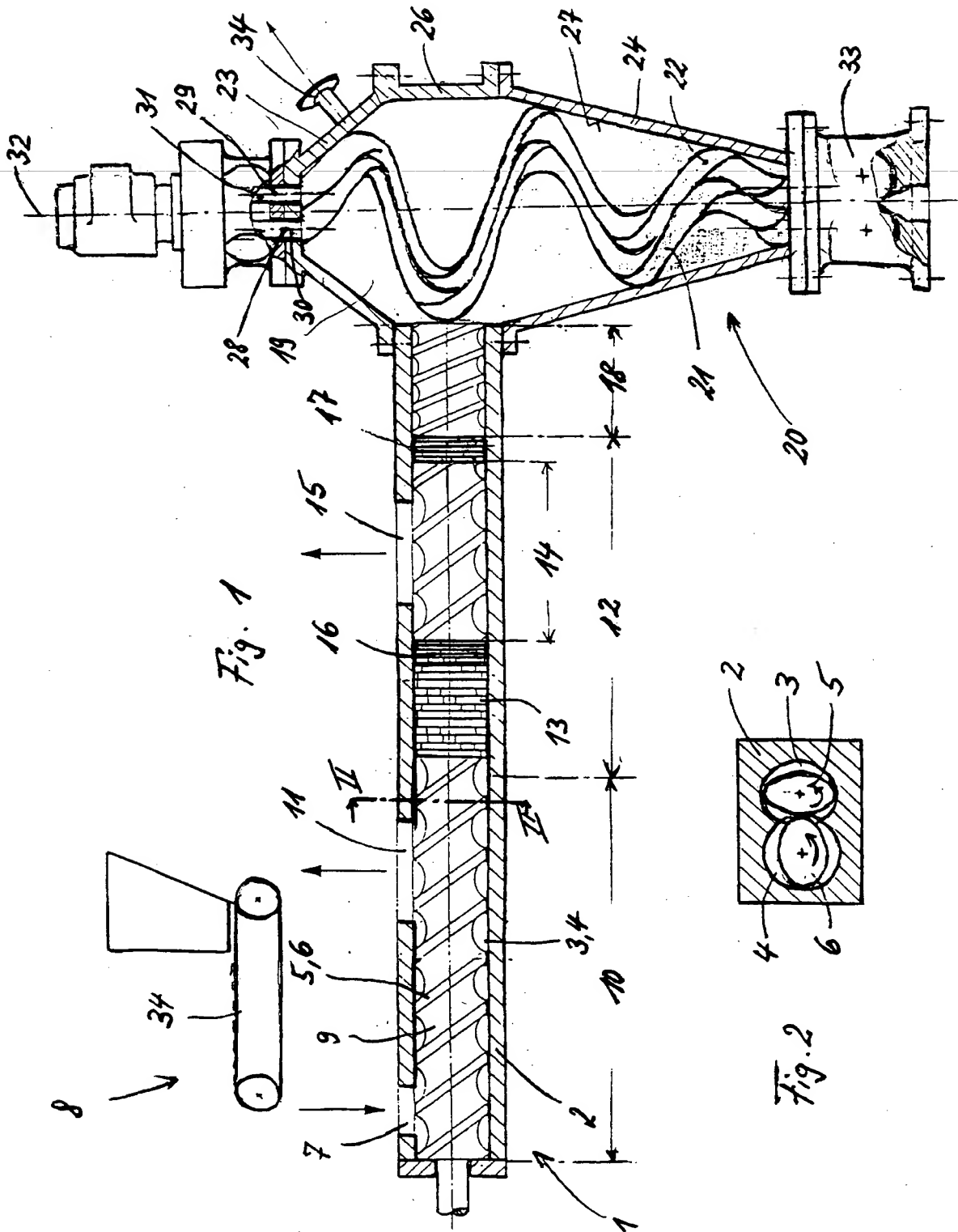
40

45

50

55

5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 1261

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
P, A	EP-A-0 516 936 (WERNER & PFLEIDERER GMBH) * das ganze Dokument *	1-6, 9	B29B7/74 ✓ B29C47/76 B29B7/84
A	US-A-4 107 787 (OCKER) * das ganze Dokument *	1, 5, 7-8	
A	US-A-3 787 160 (LEISTER) * das ganze Dokument *	1, 5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B29B B01F B29C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16 APRIL 1993	Prüfer PIPPING L.E.L.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 150 (01.92) (P0401)

100

100

100